

УДК 69:624.131.412

Ивлиева Е.О., асп., ДонГТУ, г. Алчевск, Украина

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ПОДОБИЯ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБВОДНЕННЫХ И РАЗУПЛОТНЕННЫХ ГРУНТОВ

Полное затопление выработанного пространства стало причиной изменения физико-механических свойств грунтов, что привело к ослаблению и неравномерным деформациям основания. С целью стабилизации деформационных процессов в грунтовом массиве и защиты от недопустимых осадок выполняют укрепление основания. Одним из средств улучшения инженерно-геологических условий строительства является создание надежного искусственного основания. Для обоснования эффективности применения такого основания использовался метод физического моделирования, позволяющий определять деформационные характеристики и проводить исследования деформирования искусственного основания с соблюдением основных принципов подобия процессов в грунтовом массиве [1].

Целью исследования является обоснование критериев подобия для физического моделирования деформирования деконсолидированных грунтов.

Процесс деформирования искусственного основания является весьма сложным, зависящим от целого ряда факторов, полное соблюдение которых при лабораторных испытаниях невозможно. Поэтому при моделировании учитывались основные характеристики и параметры, от которых зависит исследуемый процесс. В качестве исходных характеристик выбираем нагрузку на основание и величину сжимаемой толщи. Исходя из того, что процесс деформирования грунтового массива представляет собой изменение сжимающих напряжений в зависимости от прочностных характеристик грунтового массива и размеров фундаментов, функция зависимости величины осадки грунтового массива от основных параметров имеет вид:

$$\Delta h = f(\sigma, E, b, P, h), \quad (1)$$

где σ – прочность основания, кг/м²; E – модуль деформации основания, кг/м²; b – ширина фундамента, м; P – нагрузка на основание, кг; h – глубина сжимаемой толщи, м.

На основе анализа уравнения размерностей и условия независимости переменных были получены критерии подобия процесса консолидации грунта, которые имеют вид:

$$\pi_1 = \frac{\Delta h}{b}; \pi_2 = \frac{P}{E \cdot \Delta h^2}; \pi_3 = \frac{P}{\sigma \cdot \Delta h^2}; \pi_4 = \frac{\Delta h}{h}. \quad (2)$$

Одним из основных условий физического моделирования является соблюдение геометрического подобия системы. На практике тело затампонированного грунтового массива, устроенное на контакте покровных и коренных пород, представляет собой неправильную форму близкую к эллиптическому сечению. Равенство для модели и оригинала критериев π_1 и π_4 позволяет определить линейные размеры модели. Выражая критерии подобия как отношение соответствующих величин в натуре и на модели, получим:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta h_n}{b_n} = \frac{\Delta h_m}{b_m} \rightarrow \Delta h_m = \frac{\Delta h_n \cdot b_m}{b_n}; & \quad \frac{\Delta h_n}{h_n} = \frac{\Delta h_m}{h_m} \rightarrow \Delta h_m = \frac{\Delta h_n \cdot h_m}{h_n}; \\ \frac{\Delta h_n \cdot b_m}{b_n} = \frac{\Delta h_n \cdot h_m}{h_n} \rightarrow \frac{b_m}{b_n} = \frac{h_m}{h_n}. \end{aligned} \quad (3)$$

Используя в расчетах фактические размеры ширины фундамента здания и величины сжимаемой толщи, вычислили коэффициент геометрической пропорциональности, который равен $C_L = 16$.

В основе физического моделирования деформирования обводненных и разуплотненных грунтов лежит способность уплотнения грунта в условиях одноосного сжатия без возможности бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой. Исходя из того, что основные процессы деформации грунтов в основании зависят от нагрузки по подошве фундамента, исследование деформационных характеристик грунта выполняются при штамповых испытаниях.

С целью определения нагрузки действующей на модель воспользуемся критерием подобия π_2 выражающим отношение соответствующей величины в натуре и на модели:

$$P_m = P_n \cdot \left(\frac{b_m}{b_n} \right)^2 \approx 0,004 \cdot P_n. \quad (4)$$

Для проведения экспериментального исследования процесса консолидации грунта была разработана конструкция стенда, приведенная на рис. 1.

Стенд изготовлен в виде цилиндра из металлической трубы диаметром 100 мм и высотой 500 мм, сверху и снизу оснащенного перфорированными штампами и расположенного между прижимными плитами стационарного пресса. Для измерения вертикальных деформаций образца на верхнем штампе по центру устанавливают индикаторы.

Между перфорированными штампами в металлической трубе, уплотняя слоями, укладывают грунт объемом 3,7 л. Испытания проводятся с образцами

грунта нарушенной структурой, обладающими искусственно приданными им свойствами и состоянием. Результаты исследований физико-механических свойств грунтов отобранных на подработанных обводненных территориях горных отводов закрытых шахт Стахановского региона приведены в [2].

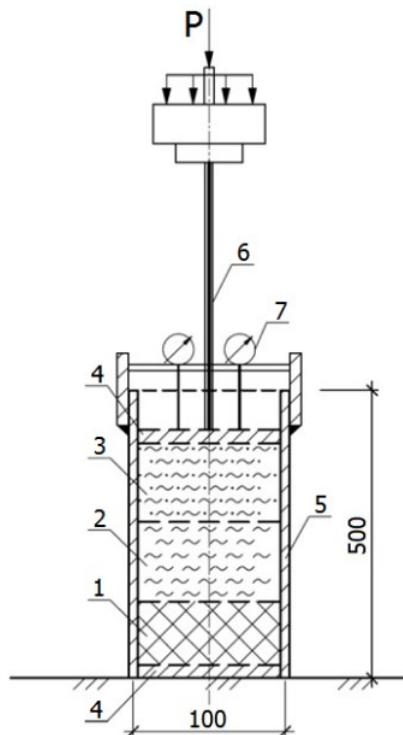


Рис. 1 – Схема экспериментального стенда для моделирования процесса консолидации грунта: 1 – подложка (скальный грунт); 2 – глиноцементный раствор; 3 – суглинок; 4 – перфорированный штамп; 5 – металлическая труба; 6 – металлический прут (арматура); 7 – индикатор

Выводы.

1. В результате выполненных исследований получены основные критерии подобия для физического моделирования обводненных и разуплотненных грунтов, позволяющие увязать между собой величины, полученные при экспериментальном исследовании на модели и соответствующие им величины в натуре.

2. Разработана схема экспериментального стенда для моделирования процесса консолидации грунта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. П'ятницька-Позднякова І.С. Основи наукових досліджень у вищій школі: навч. посібник для студ. вищих навч. закладів / І.С. П'ятницька-Позднякова. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 116 с.

2. Должиков П.Н. Влияние обводненности и трещиноватости на деформационные свойства оснований фундаментов / П.Н. Должиков, Е.О. Ивлиева // Сборник научных трудов ДонГТУ. – Вып. 40. – Алчевск: ДонГТУ, 2013. – С. 168-172.